

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-154774

(P2000-154774A)

(43) 公開日 平成12年6月6日(2000.6.6)

(51) Int.Cl.

F 0 3 B 13/18

識別記号

F I

F 0 3 B 13/18

テーマコード(参考)

3 H 0 7 4

審査請求 有 請求項の数4 書面 (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平10-368441

(22) 出願日

平成10年11月17日(1998.11.17)

(71) 出願人 599000382

渡部 富治

北海道登別市美園町5丁目23番3号

(72) 発明者 渡部 富治

北海道登別市美園町5丁目23番3号

Fターム(参考) 3H074 AA02 AA12 BB09 BB10 BB15

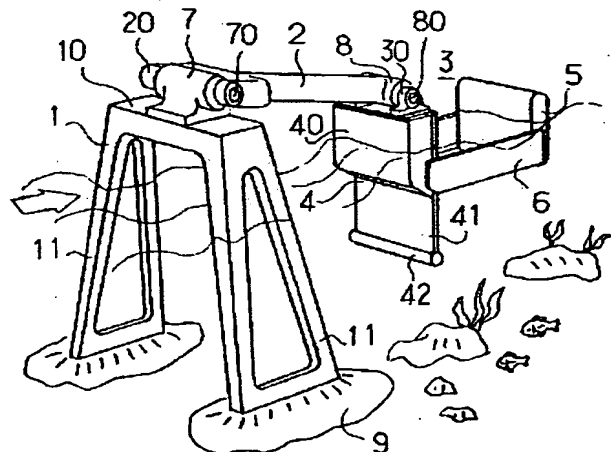
CC03 CC04

(54) 【発明の名称】 波力エネルギー変換装置

(57) 【要約】

【目的】 離島、沿岸過疎地、低開発国沿岸で波力発電、海水淡水化装置駆動用、養殖動力用等に利用できる小形で効率が高く、シンプルで耐久性があり、経済的に設置できる波力エネルギー変換装置を実現することである。

【構成】 海面に望む基部に一端を軸止された想定波高以上の長さのリンク部材は、その自由端に軸止されて海水中に揺動可能に吊るされるとともにこの揺動に伴い海面から飛び出したり海中に没したりする補助浮体を波浪との共振条件を満たす距離だけ離して固定した平板状浮体を備え、補助浮体には重錘が設けられるとともに、リンク部材の両端軸止部には一対のポンプが備えられ、基部上のポンプは浮体上下運動による位置エネルギーとしての波力エネルギー吸収に備え、浮体側のポンプは浮体揺動運動による波力の運動エネルギー吸収に備えられる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 海面上もしくは海岸等に固定された基部と、この基部に一端を軸止され想定波高以上の長さを有するリンク部材と、このリンク部材の自由端に軸止されて海水中に揺動可能に吊るされると共にこの揺動に伴い海面から飛び出したり海中に没したりする補助浮体を波浪との共振条件を満たす所定距離だけ離して固定した平板状浮体と、前記リンク部材の両端軸止部に設けた一対のポンプとを有して成り、前記補助浮体には重錘が設けられる一方、前記基部上のポンプは浮体上下運動による位置エネルギーとしての波力エネルギー吸収に備え、浮体側のポンプは浮体揺動運動による波力の運動エネルギー吸収に備えたことを特徴とする波力エネルギー変換装置

【請求項2】 平板状浮体は海洋波の入射を正面から受ける姿勢で海面上に固定された基部の後流側に配置され、リンク部材の軸止部には垂直軸が設けられこの垂直軸を介して軸止部が基部に取り付けられていることを特徴とする請求項1に記載の波力エネルギー変換装置

【請求項3】 平板状浮体は単体でも浮力が生じるだけの浮き部を上部に備えると共に、底部には重錘を備えていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の波力エネルギー変換装置

【請求項4】 平板状浮体は波浪条件が変化しても波浪との共振条件が維持できるよう浮き部の下部に着脱可能な水室を有し、補助浮体との所定距離を変化できる補助浮体連結板を有することを特徴とする請求項1又は請求項3に記載の波力エネルギー変換装置

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

【0001】本発明は、個人用に設置することが可能な、小形の波力エネルギー変換装置に関し、別けても従来吸収することが困難であった、波力の水平方向の運動エネルギーを高い効率で吸収する手段を備えており、離島や過疎地域での発電用、海水淡水化装置駆動用、養殖動力用、栽培漁業での深層水汲み上げ動力用等に利用できる比較的高効率の波力エネルギー変換装置に関する。

【0002】

【従来の技術】地球上の風力エネルギーはその一部が波浪と成り、沿岸部に比較的豊富に波力エネルギーとして押し寄せているが、本格的な利用は未だ行われていない。現在の実現装置は殆どが実証テストのためのパイロットプラントであり、民間人が手軽に利用できる装置は市販されていない。波力エネルギー変換装置実用化の必要条件是、低廉な建設コストと極めて高いエネルギー取得及び変換効率の両立である。この目的から本発明者は日本国特許第2539742号の振り子式波力発電装置の発明と、ペンデュラーと名付けられた室蘭工大式波力発電実証プラントでの実証テストに深く関わってきた。その原理は、ケーソンに設けた水室内に入射波を導き、

波浪の波動としての性質を積極的に利用して、これを一定周期の定常波に変換して利用する。この実証テストでは、平均の一次エネルギー変換効率は世界一の60%以上となり、他の国営プラント等のデータと比較すれば、桁違いの圧倒的優位性を確認できた。然し乍ら、この発電機容量は300kwでケーソン等の付帯施設に多額の投資を要し、防波堤などの防波施設に併設することを前提にした大掛かりな装置なので、経済的に成り立つのは少なくとも容量100kwとなり、個人用に利用できる小形装置ではなかった。

【0003】他方では、小規模な個人レベルでの発明も多く試みられてきた。然し、その殆どは波力の有するエネルギーの半分の、位置エネルギーの利用に主眼があり、波力エネルギーの残り半分の運動エネルギーまでも、十分に効率良く利用できる波力エネルギー変換装置は実現されなかった。その理由は簡単である。浮体の浮き沈みから波力の上下動としての位置エネルギーを取り出すことは容易だが、水平方向の運動エネルギーを取り出すことが困難であったからである。ところが離島や過疎地域では、容量10kw程度以下の可能な限り高効率の小形装置が必要に応じて分散設置されるのが望ましく、小規模用の新しい装置の出現が望まれていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明が解決しようとする課題は、本発明者が長年の波力発電実証プラントの海上運転によって得た知見とノウハウを、小形波力変換装置に実現することによって、低価格でエネルギー変換効率が高く、個人レベルでも取得が可能な波力エネルギー変換装置を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するための具体的手段は、本発明者の経験によれば、偏に波動現象としての波浪の周期と機械的変換装置の固有振動数とを一致させ、この両者の共振条件を整える機構の実現に尽きる。前記のように、浮体の浮き沈みのみをエネルギー変換する装置では、実用化する技術はあまり難しくはなかった。その理由は、この機械装置の固有振動数を支配する最大の要因は、浮体運動が 浮体質量対浮力によるばね作用 の振動系であることから、ばね常数/浮体質量 の大きさであり、問題は単純であった。即ち、ばね常数/浮体質量 の大きさを加減することによって、機械装置の固有振動数を調整でき、波浪周期との共振条件を比較的容易に実現できたからである。問題は残り50%を占める波力の水平方向運動エネルギー吸収を狙った機構である。前記のペンデュラー装置は、この運動エネルギー吸収に特化した変換機構を有していた。その基本はある程度以上の受圧面積を有する振り子式メカニズムである。これは最も単純な機構となるメリットはあるが、振り子を水室から取り出してそのまま海中に設置すると、水室内では振り子の変位に応じた水位変化が出現

することにより、振り子に働いていたばね作用が消失するので、著しく緩慢な動きとなり波浪の周期に追従できなくなる。即ち、機構の固有振動数の低下が問題なので、固有振動数を高める工夫を施せばよいのである。簡単にいえば、振り子の動きを早くする工夫である。

【0006】このために発明者は、振り子運動をする浮体の揺動につれて海面から飛び出したり、海中に没したりする補助浮体を主浮体に一体に取り付けることを考えた。これによって補助浮体が海面上にある時と海水中にある時とを比較すると、空気と海水との比重差に相当する浮力モーメント変化を与える機構を、簡単に実現することができる。固より振り子運動は、振り子の位置エネルギーと運動エネルギーとを交互に完全に交換することをくり返す運動だが、海面上に補助浮体が飛び出した状態を浮体全体の位置エネルギーが最大となる状態とするには、最も高い位置にある補助浮体に適度な重錘を備えることが理に適っている。この主浮体は受圧面積を大きくするため、平板状浮体とし、これ自身だけでも浮力が生じるだけの容積の浮き部を上部に備えると共に、底部には浮体姿勢を安定させる重錘を備える。波浪の周期と浮体振り子運動との共振条件を満たすには、浮体寸法と重錘及び浮体自身の質量を勘案し、最適な平板状浮

$$\omega = \sqrt{K/I}$$

ここで I : 軸まわりの浮体慣性モーメント、 K : 復元モーメント係数

【0008】

$$K = \rho g B W_2 R^2$$

ここで ρ : 海水密度、 g : 重力加速度、 B : 浮体の幅

W_2 : 補助浮体の幅、 R : 軸から補助浮体中心までの距離

【0009】

【作用】このような手段を有する本発明の波力エネルギー変換装置の作用を説明するにあたり、海洋波の性質自体につき簡単に説明しておきたい。海洋波は水粒子の集団がある規則運動を行いながら伝搬されていく波動現象で、進行波であり、真横から見れば各水粒子は円運動を行っている。各水粒子は隣り合うもの同士が位相差を有し、下流側ほど遅れて円運動に加わるので、結果として波頭やうねりは風を受けて風下に波が打ち寄せられるように観察される。また海洋波は、いろいろな波高・周期の進行波の合成から成るが、そのパワースペクトルはある波高・周期のところでピークを示す。慣例に従ってピークの波高・周期の規則波（有義波の波高・周期にはほぼ一致する）で代表させ、ここでの説明に用いる。以下の説明において、海洋波は有義波を指し、その波高・周期はひと組だけ存在するとみなす。

【0010】本発明の波力エネルギー変換装置に海洋波としての波浪が押し寄せると、浮体は波高の高低に従って上下運動を始める。基部に軸止されたリンク部材は、自由端に軸止された浮体の上下運動に従い、上下方向の

体と補助浮体との距離を選ぶ必要がある。波浪条件即ち共振条件が変化したときは、この距離も変化させると共に、適度な容積の水室を平板状浮体の下側に着脱させる。更にはこの浮体の運動をエネルギーに変換する手段として、浮体上部でこれを軸止する軸にポンプを設けて、海水等を強圧し高圧水のエネルギーを得るようにした。加えて波力の位置エネルギーも同時に得るには、海上等に基部を設け想定波高以上の長さのリンク部材の一端を基部に固定し、その他端の自由端には前記の平板状浮体を軸止することにし、基部の軸止部にも位置エネルギー変換専用のポンプを設けた。こうして平板状浮体は海洋波の入射を正面から受ける姿勢で海上に固定された基部の後流側に配置されると共に、リンク部材の基部側の軸止部には垂直軸を設けてこの垂直軸を介し、リンク部材が基部に取り付けられることとした。ここで海洋波の円振動数と浮体揺動運動の固有振動数とが、ある値 ω として一致し、両者の共振条件が成立する時の平板状浮体と補助浮体との距離 R は、明細書末尾に記載の数式、数1及び数2を満たすように決定する。

【0007】

【数1】

【数2】

揺動運動がもたらされる。リンク部材は想定波高以上の比較的最長い寸法なので、槌子の原理による強力な回転トルクが基部上のポンプに働く。これとともに浮体には大きな面積に海洋波の水平（前後）方向運動エネルギーが加わると、浮体にぶつかって圧力を生じ、浮体に振り子運動の揺動をひき起こす。これらの一連の運動は前記のように、波浪を構成する水粒子の円運動によって、連続的に生み出されるが、原因が円運動であるだけに必ず反対方向への揺り戻し運動を伴う。浮体がこの揺り戻し運動に追従できなければ、効率の良い波力エネルギーの変換はできなくなってしまう。先に述べたように、波周期と機構側の固有振動数とが一致できる条件、即ち共振条件を整える点がキーポイントである。上下運動の位置エネルギー吸収においては、負荷や浮体寸法の調整で良かったが、前後運動の運動エネルギー吸収では、浮体の前後方向揺動を早くする手段が必要であった。本発明では海面上に飛び出したり海中に没したりする補助浮体を、所定距離だけ離して主浮体に固定している。主浮体としての平板状浮体に進行波が作用すると、前後方向に揺動された平板状浮体はついに補助浮体を海面上に押し上げ

る。この結果、補助浮体は海面上に飛び出すことにより、急速にその浮力を失ってしまう。補助浮体の浮力は、補助浮体を海面上に飛び出させる方向の浮体モーメントを平板状浮体に与えてきたが、このモーメントが急速に無くなる一方、補助浮体に設けられた重錘はその位置エネルギーが最大と成り、逆方向の浮体モーメントを平板状浮体に及ぼす。この時の浮体モーメントのプラス方向からマイナス方向への、切り替え速度と変化率が高いことが特徴である。この結果平板状浮体は、水粒子の円運動による揺り戻しに追従して、次の周期の波の運動エネルギー吸収に備えることができる。これに続くマイナス方向からプラス方向への切り替わり時点では、補助浮体の飛び出しの際程の急激な浮体モーメントの変化は起こらないが、補助浮体は海中にあるので、浮体モーメントの方向を切り替える向きに常に浮力と補助浮体の水中抵抗力を及ぼし、加えて、平板状浮体に設けられた重錘の位置エネルギーが最大と成り、モーメントの方向を切り替える。進行波が平板状浮体にぶつかる時も、たとい浮体モーメントの方向転換が遅れても、より強い圧力が発生して平板状浮体に強力な力加わり、方向転換を促すことになる。このようにして、海面上に飛び出したり、海中に没したりする補助浮体は、平板状浮体の固有振動数を高め、波の周期との共振条件を整える上で、大きな作用を果たしている。

【0011】請求項2で述べた波力エネルギー変換装置は、平板状浮体を吊るすリンク部材が、垂直軸を介して基部に取り付けられ、平板状浮体はリンク部材によって基部の下流側に係留されているので、風向きの変化と波浪進行方向の変化に対し、自由に変化に対応する。平板状浮体に横方向からの波力が作用すると、垂直軸を中心として平板状浮体にモーメントが生じ、平板状浮体を波の下流方向へと回転させて、常に平板状浮体は海洋波の入射を正面から受ける姿勢を保つ。同時に、干満の差による潮汐変位が生じても、基部に取り付けられた軸止部を中心にしてリンク部材が揺動すれば、直ちに変位に追従できる。このような平板状浮体が海洋波の中に置かれると、周囲の回転運動をくり返す水粒子と殆ど同期して、揺動運動をくり返すことになる。見かけ上海水中で大きく揺動しても、周囲の水粒子と殆ど同期した運動なので、撓抵抗は非常に小さいことが知られている。平板状浮体の揺動運動によって浮体に加わる力は、浮体と水粒子との相対速度差に基づく慣性抵抗であり、揺動運動の最大振幅時点で最大の力を受けるものと考えられる。従って、平板状浮体の固有振動数と、波の円振動数とが厳密に一致していなくとも、接近した振動数であれば、揺動運動方向の切り替わり時に大きな慣性抵抗力が発生し、浮体を共振運動に引き込むものと考えられる。

【0012】

【実施例】本発明を図示実施例によって説明すると、図1は海洋波の性質を説明するために、実施例装置が設置

される海岸附近の海水断面を模式的に示す説明図である。海洋波の動力源は大気中の風力エネルギーであるが、海洋波はあくまでも進行波であって、海面附近の水分子(粒子)は図の回転矢印で示すように、岸に打ち寄せる右端部を除けば回転運動をくり返している。それでも波頭が図の左方沖合いから右方の岸へ、連続的に風下に向かって移動していくのは、隣り合う水粒子の位相が少しずつ連続的にずれていくからである。波力エネルギーは位置エネルギーと運動エネルギーとに二分され、その構成比はほぼ50%対50%である。本発明はこの両エネルギーを小型装置によって効率良く吸収することを狙うものである。

【0013】図2は、本発明の波力エネルギー変換装置の一実施例の、海中での設置状況を立体的に示す斜視図である。図示実施例において、波力エネルギー変換装置を係留するために海面上に設けられる基部10は、水深以上の長さの脚部11の上面に設けられており、これらは一体となって櫓1を構成している。櫓1は脚部11の先端が海底9に固定され、波浪に耐えて変換装置を定点で係留する。基部10の中央には、リンク部材2を基部10に軸止するための軸70そのものを中心軸とするポンプ7が、強固に固定されている。リンク部材2の一端は、軸70の両端を保持するように二股になったホルダー部20であり、強大な回転トルクの伝達が可能で強固なキーで軸70に結合されている。リンク部材2の白山端はもう一方のポンプ8のハウジングとなるように構成され、ポンプ8の中心軸も浮体を軸止する軸80を兼ねている。リンク部材2の長さは、想定波高の浮体上下運動に余裕を持って対処できるよう、少なくとも想定波高以上の長さを有し、更には潮汐変位にも対処する必要性から、比較的長い寸法となっている。軸80の両端には一対の固定部材30が、強固なキーを介し結合される一方、浮体3における平板状浮体4の上面にも固定部材30が固定されている。浮体3は主浮体としての平板状浮体4と、これとは平行に所定距離を保って連結板6によって平板状浮体4に固定される補助浮体5とから構成されている。主浮体としての平板状浮体4は、受波板41の上方に浮き部40を有し、底部には重錘42を備えている。浮き部40の下方は、後述する固有振動数の変更にも備え、受波板41上に水室を取り付けることができるスペースを持ち、連結板5は取り付け位置の変更が可能である。補助浮体5の内部には、特に図示はしていないが所要の重錘が備えてある。櫓1、基部10、ポンプ7、軸70、リンク部材2、軸80、固定部材30等を介して海上に係留された浮体3に、図上左方より海洋波が進行してくると、浮体上下運動によりリンク部材2を上下揺動させてポンプ7による位置エネルギー吸収に備え、波が平板状浮体4にぶつかり浮体3が軸80を中心とする前後方向揺動を行えば、ポンプ8による運動エネルギー吸収に備えることができる。

【0014】図3及び図4に示したのは、図2に示した実施例の側面図と平面図であり、課題を解決するための手段の項で述べた共振条件に関与する、浮体の寸法や揺動角度を示す記号も表示している。浮体3の上下方向浮き沈みによるリンク部材2の揺動角は $\pm\theta_h$ として表示し、波の前後方向の揺動角は $\pm\theta_s$ として表示する。平板状浮体4の厚みは W_1 で、補助浮体5の厚みは W_2 で表示する。平板状浮体4と補助浮体5との距離は R で表示する。図4に示すように平板状浮体4と補助浮体5の横幅は同一であり、これを B で表示する。ここで浮体3に波力を与えた場合に、浮体3の上下運動と前後揺動運動から発電する場合の効率、浮体3の固有振動数を波振動数に一致させ浮体3と波とを共振させること、及び発電機負荷の大きさを波入力から決まるある最適値に一致させることができた場合、最大になることが判っている。そこで浮体3の上下運動及び前後揺動運動に対し、共に波との共振条件を満足するよう本発明の装置は考慮されている。この浮体3の固有振動数について述べよう。まず浮体の上下運動では、浮体質量とその浮力の比が固有振動数に関係する。浮力は平衡位置に対する復元力がばね作用として働いていると看做することができる。浮体上下運動の固有振動数 ω_h は数式の数3にて示される。

【0015】

【数3】

$$\omega_h = \sqrt{k/m}$$

ここで m : 浮体質量 (ポンプ8及びリンク部材2の一部を含む)

k : 数式の数4にて示されるばね常数

【0016】

【数4】

$$k = \rho g B W_1$$

ここで ρ : 海水密度, g : 重力加速度

B : 浮体の横幅, W_1 : 浮き部40の厚さ

固有振動数 ω_h は、浮体質量 m 、浮体の横幅 B 、浮き部40の厚さ W_1 といった設計上の変数により変動するので、目的に合致した最適設計を行うことにより、想定海洋波の円振動数 ω と一致させることは容易である。本発明ではこの上に振り子運動の固有振動数も、想定海洋波の円振動数 ω と一致させなければならない。浮体の前後方向揺動運動の固有振動数を ω_s とすると、前述の数1と同じ関係式となる。ここで I は軸80のまわりの浮体慣性モーメントであり、 K は前述の数2で示される復元モーメント係数である。数2において、 W_2 は補助浮体5の厚さであり、 R は軸80から補助浮体5の中心までの距離である。 I の浮体慣性モーメントは浮体まわりの水の影響を含むものであり、水室を浮体に取り付けられ、浮体慣性モーメントを確実に大きくすることができる。 K の復元モーメント係数の調整は、浮体間距離 R を変化させることが一番手取り早い。一般に振り

子運動を行う浮体を、そのまま海洋波の中に係留すると、この I 値は極めて大きくなるが、平板状浮体4に補助浮体5を取り付けることにより、 I 値の増大に見合った K 値の増大が簡単にできる。これによって ω_s を海洋波の円振動数 ω と一致させることが容易になる。このようにして ω_h と ω_s とを ω に一致させると、浮体3は海洋波の中で激しく上下運動と揺動運動とを行うので、ポンプ7及びポンプ8から十分な圧力水を送りだすことができる。

【0017】図5はポンプ7及び8の基本構造を示す断面図であり、図6は両端のポンプ7及び8を含むリンク部材2の側面図、図7は同様のリンク部材2の平面図を示している。図5ではポンプ原理の説明のため、吸入回路と吐出回路を記号により示している。図5において、中心にある軸70(80)は、互いに180°の方向を向いた一対の丈夫なベーン71、71を結合しており、ケース73の内部で揺動可能に軸止されている。ケース73の内部には、互いに180°の方向を向いた一対の仕切り壁72がケース73に固定されている。このケース73、ベーン71、仕切り壁72は1室の作動室を構成し、軸70を挟んで向かい合う2室は、容積の増減の位相が同一と成るので、軸70を貫通する連通孔82により互いに連通している。仕切り壁72の立ち上がり部には、夫々吸入回路75と吐出回路76に連通する吸入ポート79と吐出ポート81が設けられ、チェック弁77と78に通じている。ケース73は基部10にしっかりと固定されている。高圧水の発生をその目的としているので、構成要素の薄肉化はできず、軸70の揺動角は70°±α程度になり、図6に示す揺動角 θ_s と θ_h はポンプ内部構造による制限がある。しかしながら、リンク部材2と浮体3が上下及び前後方向に揺動することにより、ベーン71が方向を切り替えながら揺動しても、チェック弁77及び78の働きで、作動液の流れは常に吸入側から吐出側への一方通行となる。図6と図7で示したポンプ7及び8は、このような基本構造を有している。図示のようにポンプ7のケースは基部10に固定され、リンク部材2の拘束側端部は二股のホルダー部材20を構成し、軸70に固く結合しているので、軸70がリンクピンを兼ね、ポンプ7の軸受けがピン軸受けを兼ねている。同様に、リンク部材2の自由端はポンプ8自身が構成しており、その軸80に結合した固定部材30は、浮体3に固定されているので、軸80はリンクピンを、ポンプ軸受けはピン軸受けを兼ねており、最も単純で合理的な機構となっている。リンク部材2と浮体3の運動は、直接ポンプのベーン71を揺動させることになるから、動力伝達経路の剛性は高い。

【0018】図8と図9は、先に図2、図3、図4で示した浮体3を改めて示すものであるが、ここでは平板状浮体4の受波板41に水室43が取り付けられた状態を、改めて示している。水室43は上面が解放されたケ

ース状をしており、受波板41にボルト44にて取り付けられると、浮き部40の底面が水室43の蓋をする形となり、その室内には海水が充滿する状態となる。こうすると、水室43内部の海水は浮体3と一緒に運動するので、浮き部40を変えなくとも実質的な浮体質量が大きくなる。前述の固有振動数 ω_h の調整手段として大変便利である。平板状浮体4と補助浮体5とを連結している連結板6は、ボルト60で両者に固定されている。ボルト穴の位置を変えれば、両者の距離も変わることになるが、量産した同一仕様の浮体を、波浪条件の異なる海面にも適応できるよう考慮したからである。海洋波の振動数に合わせ、対象海面ごとに浮体の固有振動数が調整できるのである。連結板の長さを変えて図3の距離Rを加減すれば、数2の復元モーメント係数Kが調整でき、その結果極めて容易に固有振動数 ω_0 が調整できる。

【0019】図10と図11は、本発明の装置を嵐から保護するのに効果的な浮体の係留部構造例である。図10で示すように、ポンプ7のケース73には垂直軸ホルダー13が設けられ、垂直軸ホルダー13に固く固定された垂直軸14によって櫓の基部10に対し、軸受12により回転可能に取り付けられている。このために、波の入射方向が変化しても、垂直軸14を中心とする回転モーメントが浮体に作用し、浮体は常に波と正面から向き合う。波高が増大すると、浮体とリンク部材の揺動角度は前記のポンプ内部機構の制限角に近ずき、浮体に働く波力はある限度以上にはならない。この安全効果は常に保持される。また、常に浮体が波に正面から向き合うので、平常時は波力エネルギーの取得効率は高い。

【0020】本発明装置のように、波によって駆動される運動物体を使って波力エネルギー取得をする装置の共通点は、対象波と運動物体との共振、及び対象波エネルギーと負荷とのマッチングの2点が効率決定の鍵になることである。発明者の経験から得た知見により、本発明装置による波力エネルギー取得効率の予測を試み、参考として図12と図13に示した。図12はエネルギー取得効率 η と波周波数 ω との関係である。 ω が浮体の固有振動数 ω_0 に一致する時効率は最大になり、その前後では低下する。特に、 $\omega \gg \omega_0$ となった時の効率低下は甚だしい。図13は、波高変化に対するエネルギー取得効率 η を示す。ポンプ7及び8の吐出圧力 P_1 、 P_2 、 P_3 をそれぞれ一定にした場合で、圧力は $P_1 < P_2 < P_3$ の関係にある。効率はある波高のときにピーク値を示し、その前後では低下する。圧力が高い程ピーク値に対応する波高も高い。以上の考察からも、浮体を波に共振させ、波高変化に対しポンプ圧力を加減して負荷のマッチングを図れば、波力エネルギー取得に際し装置を効率良く運転できることが理解できよう。

【0021】最後に本発明の実施例の各仕様について記載する。

(1) 本装置を設置する海面の状況

有義波の波高 : 2m, 有義波の周期 : 6秒, 水深 : 3~8m

入射波の平均パワー : 21kw, 入射波の最大パワー : 40kw

(ただし浮体の幅2m当たり)

(2) 浮体仕様

平板状浮体

幅2m×高さ2.5m×厚さ0.5m, 自重: 500kg, 重錘: 500kg, 付加水: 500kg, 最大浮力: 2000kgfばね常数: 1000kgf/m

補助浮体

幅2m×高さ1.5m×厚さ0.6m, 自重: 400kg

重錘: 600kg, 最大浮力: 1800kg, 主従浮体間距離: 2.5m

復元モーメント係数: 7500kgf・m

(3) 計画出力

圧力海水の場合 圧力6MPa, 流量90m³/日

清水生産の場合 30m³/日

電力の場合 平均5kw 最大10kw

【0022】

【発明の効果】本発明では、装置寸法に対する出力が極めて大きいことで知られている、単独浮体方式の波力エネルギー変換装置において、固有振動数の調整ができる補助浮体付きの平板状浮体により、前後方向の浮体揺動運動固有振動数を波の振動数と一致させて共振させ、浮体を係留するリンク部材の浮体上下動を負荷の調整と浮体寸法と質量の選択により同様に波振動数と一致させて共振させることで、リンク部材の両端のポンプにてそれぞれ独立に高い効率のエネルギー変換装置を実現することができた。2台のポンプは独立しているために、異なる運動の相互干渉作用から免かれており、効率を高める上で有利である。3~10kwの容量の発電装置では、1kWh当たり10円程度の発電コストと、1kW当たり百万円程度の建設コストを見込むことが可能となり、発電効率も30%程度期待できる。高圧海水を液圧モータに導けば、養殖等のポンプ動力として利用でき、海水淡水化装置のろ過機に圧送すれば淡水を得ることができる。本発明は小型で最も単純な機構の波力エネルギー変換装置なので、経済的で耐久性にも優れ、離島や沿岸の過疎地においても、手軽なエネルギー源となることができるので、大きな経済的効果を発揮することができる。また波力エネルギー吸収により、消波効果があり、防波堤建設よりもはるかに経済的な簡易防波施設としても利用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】波浪の性質を説明するための、沿岸部の海水の縦断面図。

【図2】本発明の一実施例の波力エネルギー変換装置の海面設置状況を示す立体図。

【図3】図2に示した実施例の側面図。

【図4】図2に示した実施例の平面図。

【図5】本発明の一実施例の、エネルギー変換を行うポンプ装置の主要要素の縦断面図。

【図6】図5のポンプを両端に備えたリンク部材の一部縦断面図。

【図7】図6のリンク部材を一部横断した平面図。

【図8】本発明の一実施例の水室を備えた平板状浮体の側面図。

【図9】図8に示した平板状浮体の正面図。

【図10】本発明の一実施例の浮体を係留する垂直軸を示す係留部の一部縦断面図。

【図11】図10に示した係留部の平面図。

【図12】ある固有振動数の浮体に対して、波の周波数 ω とエネルギー取得効率 η の関係を示すX-Y座標グラフ。

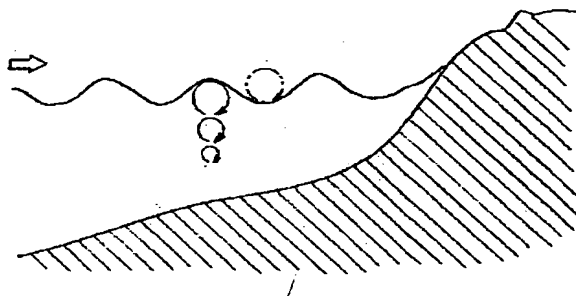
【図13】波高の変化に対するエネルギー取得効率 η の関係を示すX-Y座標グラフ。

【符号の説明】

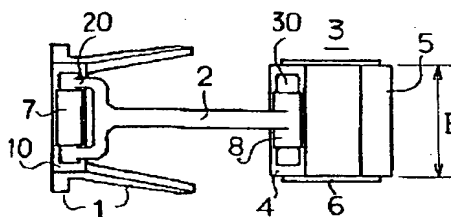
- 1 櫓
- 10 基部
- 11 脚部
- 12 軸受
- 13 垂直軸ホルダー
- 14 垂直軸
- 2 リンク部材

- 20 ホルダー部
- 3 浮体
- 30 固定部材
- 4 平板状浮体
- 40 浮き部
- 41 受波板
- 42 重錘
- 43 水室
- 44 ボルト
- 5 補助浮体
- 6 連結板
- 60 ボルト
- 7 ポンプ
- 70 軸
- 71 ベーン
- 72 仕切り壁
- 73 ケース
- 74 作動室
- 75 吸入回路
- 76 吐出回路
- 77、78 チェック弁
- 79 吸入ポート
- 8 ポンプ
- 80 軸
- 81 吐出ポート
- 9 海底

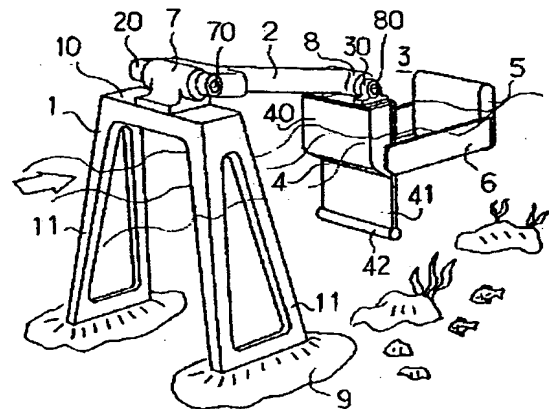
【図1】



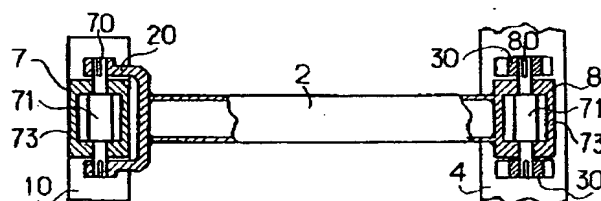
【図4】



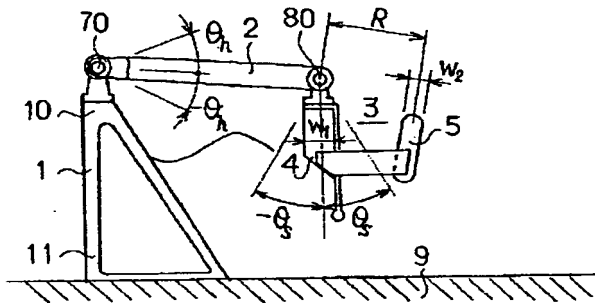
【図2】



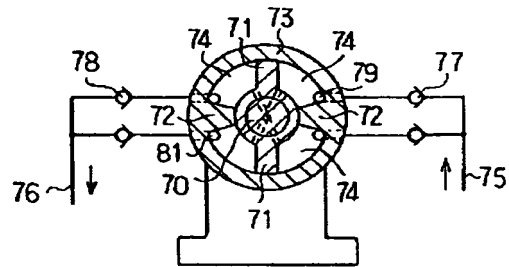
【図7】



【図3】



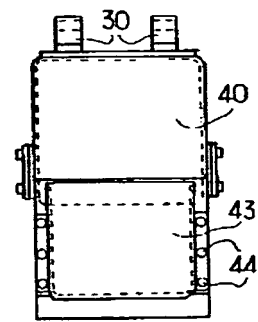
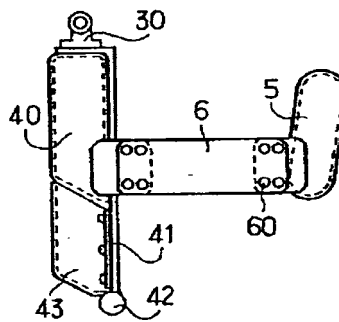
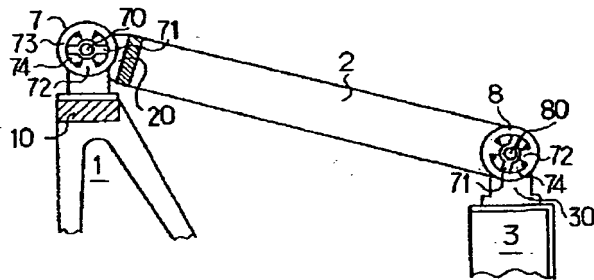
【図5】



【図8】

【図9】

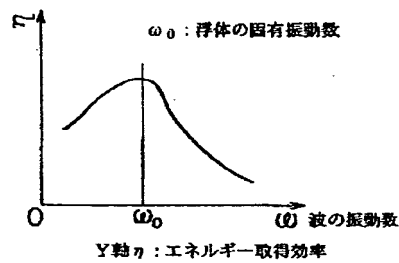
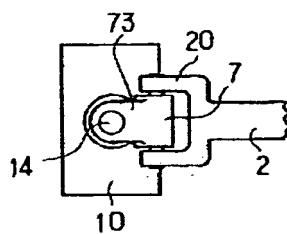
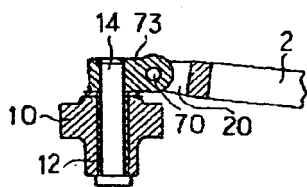
【図6】



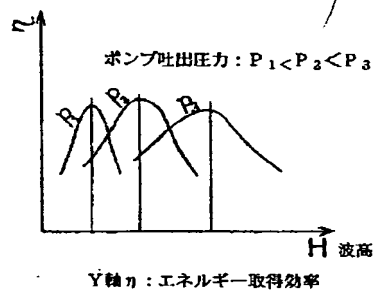
【図12】

【図10】

【図11】



【図13】



【手続補正書】

【提出日】平成11年4月27日(1999. 4. 27)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】削除

【手続補正書】

【提出日】平成11年4月27日(1999. 4. 27)

【手続補正2】

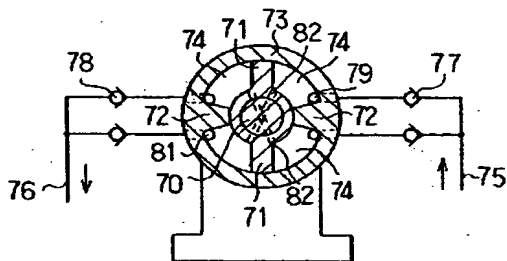
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図5

【補正方法】追加

【補正内容】

【図5】



【手続補正3】

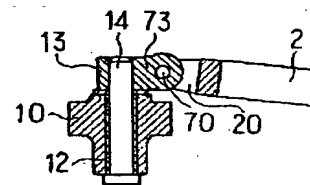
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図10

【補正方法】追加

【補正内容】

【図10】



【手続補正4】

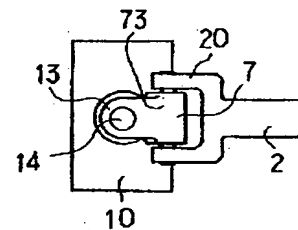
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図11

【補正方法】追加

【補正内容】

【図11】



THIS PAGE BLANK (USPTO)